




ETCHING TREATMENT METHOD OF TANTALUM OXIDE

Patent number: JP11307519
Publication date: 1999-11-05
Inventor: CHANG YI-CHUN
Applicant: UNITED MICROELECTRONICS CORP
Classification:
- international: H01L21/3065; H01L27/108; H01L21/8242
- european:
Application number: JP19980147578 19980528
Priority number(s):

Also published as:

 US6001742 (A1)
 FR2777114 (A1)
 DE19822048 (A1)

Abstract of JP11307519

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an etching treatment method capable of etching treatment of a tantalum oxide layer, without changing an etching treatment station and etching agent, when a dynamic RAM is manufactured.

SOLUTION: This etching treatment method is provided with a process for forming a lower electrode structure 22 of a capacitor on a semiconductor substrate 20, and a process forming sequentially a tantalum oxide layer 23, a barrier layer and a conducting layer on the lower electrode structure 22 and the substrate 20. Next by having a first reaction gas containing gas mixture composed of boron trichloride, chlorine and nitrogen ($\text{BCl}_2/\text{Cl}_2/\text{N}_2$) used, a conducting layer is patterned. By the use of a second reaction gas containing a gas mixture composed of boron trichloride, chlorine and nitrogen ($\text{BCl}_2/\text{Cl}_2/\text{N}_2$), the barrier layer is patterned. Finally by the use of a third reaction gas containing a gas mixture of boron trichloride, chlorine and nitrogen ($\text{BCl}_2/\text{Cl}_2/\text{N}_2$), the tantalum oxide layer 23 is patterned.

Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-307519

(43) 公開日 平成11年(1999)11月5日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 L 21/3065
27/108
21/8242H 0 1 L 21/302
27/10

F

6 2 1 B
6 5 1

審査請求 有 請求項の数28 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-147578

(22) 出願日 平成10年(1998) 5月28日

(31) 優先権主張番号 8 7 1 0 5 0 6 8

(32) 優先日 1998年 4月 3日

(33) 優先権主張国 台湾 (T W)

(71) 出願人 598014526

聯華電子股▲分▼有限公司

台灣新竹科學工業園區新竹市力行二路三號

(72) 発明者 張 宜群

台灣中▲歴▼市幸福新村303號

(74) 代理人 弁理士 社本 一夫 (外 5 名)

(54) 【発明の名称】 酸化タンタルのエッチング処理方法

(57) 【要約】

【課題】 ダイナミックRAMを製造する際に、エッチング処理ステーション及びエッチング剤を変更することなく、酸化タンタル層のエッチング処理を行うことのできるエッチング処理方法を提供する。

【解決手段】 本エッチング処理方法は、キャパシタの下部電極構造22を半導体基板20の上に形成する工程と、その後、酸化タンタル層23、バリア層及び導電層を下部電極構造22及び基板20の上に順次形成する工程と備えている。次に、三塩化ホウ素、塩素及び窒素 ($\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2$) から成る気体混合物を含む第1の反応性ガスを用いて、上記導電層のパターニング処理を行う。その後、三塩化ホウ素、塩素及び窒素 ($\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2$) から成る気体混合物を含む第2の反応性ガスを用いて、上記バリア層のパターニング処理を行う。最後に、三塩化ホウ素、塩素及び窒素 ($\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2$) から成る気体混合物を含む第3の反応性ガスを用いて、上記酸化タンタル層23のパターニング処理を行う。

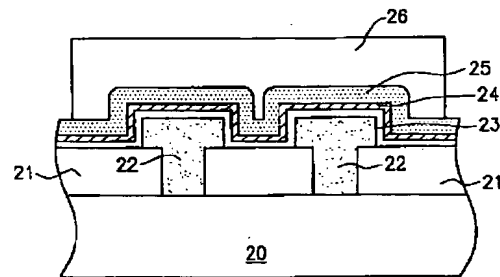


FIG. 2A

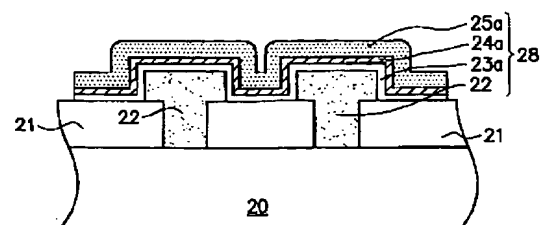


FIG. 2B

【特許請求の範囲】

【請求項1】 酸化タンタルのエッチング処理を行う方法であって、
半導体基板を準備し、その後、第1の導電構造、誘電層及び第2の導電層を基板上に順次形成する工程と、
三塩化ホウ素（BCl₃）を含む第1の反応性ガスを用いて前記第2の導電層のパターニング処理を行う、フォトリソグラフ操作及びエッチング操作を実行する工程と、
三塩化ホウ素（BCl₃）を含む第2の反応性ガスを用いて前記誘電層のパターニング処理を行う、フォトリソグラフ操作及びエッチング操作を実行する工程とを備えることを特徴とする酸化タンタルのエッチング処理方法。

【請求項2】 請求項1に記載のエッチング処理方法において、誘電層を形成する前記工程は、酸化タンタル（Ta₂O₅）を堆積させる工程を含むことを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項3】 請求項1に記載のエッチング処理方法において、第2の導電層を形成する前記工程は、ポリシリコンを堆積させる工程を含むことを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項4】 請求項1に記載のエッチング処理方法において、前記第1の反応性ガスの中の気体状の三塩化ホウ素（BCl₃）の流量が、約20乃至80 sccmであることを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項5】 請求項1に記載のエッチング処理方法において、前記第1の反応性ガスは、塩素（Cl₂）を更に含んでおり、気体塩素の流量が、約20乃至80 sccmであることを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項6】 請求項1に記載のエッチング処理方法において、前記第1の反応性ガスは、窒素（N₂）を更に含んでおり、気体窒素の流量が、約20乃至80 sccmであることを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項7】 請求項1に記載のエッチング処理方法において、前記第1の反応性ガスは、三塩化ホウ素、塩素及び窒素（BCl₃/Cl₂/N₂）から成る気体混合物を含むことを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項8】 請求項1に記載のエッチング処理方法において、前記第2の反応性ガスの中の気体状の三塩化ホウ素（BCl₃）の流量が、約20乃至80 sccmであることを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項9】 請求項1に記載のエッチング処理方法において、前記第2の反応性ガスは、塩素（Cl₂）を更に含んでおり、気体塩素の流量が、約20乃至80 sccmであることを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項10】 請求項1に記載のエッチング処理方法において、前記第2の反応性ガスは、窒素（N₂）を更に含んでおり、気体窒素の流量が、約20乃至80 sccmであることを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項11】 請求項1に記載のエッチング処理方法において、前記第2の反応性ガスは、三塩化ホウ素、塩素及び窒素（BCl₃/Cl₂/N₂）から成る気体混合物を含むことを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項12】 請求項1に記載のエッチング処理方法において、前記誘電層を形成する工程の後に、前記第2の導電層を堆積させる前にバリア層を前記誘電層の上に堆積させる工程と、その後、三塩化ホウ素、塩素及び窒素（BCl₃/Cl₂/N₂）を含む反応性の気体混合物を用いて、前記バリア層のパターニング処理を行う工程とを更に備えることを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項13】 請求項12に記載のエッチング処理方法において、バリア層を形成させる前記工程は、窒化チタン（TiN）を堆積させる工程を含むことを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項14】 ダイナミックRAMを製造するのに適した酸化タンタルのエッチング処理方法であって、半導体基板を準備し、キャパシタの下部電極構造を形成し、その後、酸化タンタル層、バリア層及び導電層を前記半導体基板及び下部電極構造の上に順次堆積させる工程と、

三塩化ホウ素（BCl₃）を含む第1の反応性ガスを用いて前記導電層のパターニング処理を行う、フォトリソグラフ操作及びエッチング操作を実行する工程と、
三塩化ホウ素（BCl₃）を含む第2の反応性ガスを用いて前記バリア層のパターニング処理を行う、フォトリソグラフ操作及びエッチング操作を実行する工程と、
三塩化ホウ素（BCl₃）を含む第3の反応性ガスを用いて前記酸化タンタル（Ta₂O₅）の層のパターニング処理を行う、フォトリソグラフ操作及びエッチング操作を実行する工程とを備えることを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項15】 請求項14に記載のエッチング処理方法において、バリア層を形成する前記工程は、窒化チタン（TiN）を堆積させる工程を含むことを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項16】 請求項14に記載のエッチング処理方法において、導電層を形成する前記工程は、ポリシリコンを堆積させる工程を含むことを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項17】 請求項14に記載のエッチング処理方法において、前記第1の反応性ガスの中の気体状の三塩化ホウ素（BCl₃）の流量が、約20乃至80 sccmであることを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項18】 請求項14に記載のエッチング処理方法において、前記第1の反応性ガスは、塩素（Cl₂）を更に含み、気体塩素の流量が、約20乃至80 sccmであることを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項19】 請求項14に記載のエッチング処理方法において、前記第1の反応性ガスは、窒素（N₂）を

更に含み、気体窒素の流量が、約20乃至80sccmであることを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項20】 請求項14に記載のエッチング処理方法において、前記第1の反応性ガスは、三塩化ホウ素、塩素及び窒素($\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2$)から成る気体混合物を含むことを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項21】 請求項14に記載のエッチング処理方法において、前記第2の反応性ガスの中の気体状の三塩化ホウ素(BCl_3)の流量が、約20乃至80sccmであることを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項22】 請求項14に記載のエッチング処理方法において、前記第2の反応性ガスは、塩素(Cl_2)を更に含み、気体塩素の流量が、約20乃至80sccmであることを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項23】 請求項14に記載のエッチング処理方法において、前記第2の反応性ガスは、窒素(N_2)を更に含み、気体窒素の流量が、約20乃至80sccmであることを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項24】 請求項14に記載のエッチング処理方法において、前記第2の反応性ガスは、三塩化ホウ素、塩素及び窒素($\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2$)から成る気体混合物を含むことを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項25】 請求項14に記載のエッチング処理方法において、前記第3の反応性ガスの中の気体状の三塩化ホウ素(BCl_3)の流量が、約20乃至80sccmであることを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項26】 請求項14に記載のエッチング処理方法において、前記第3の反応性ガスは、塩素(Cl_2)を更に含み、気体塩素の流量が、約20乃至80sccmであることを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項27】 請求項14に記載のエッチング処理方法において、前記第3の反応性ガスは、窒素(N_2)を更に含み、気体窒素の流量が、約20乃至80sccmであることを特徴とするエッチング処理方法。

【請求項28】 請求項14に記載のエッチング処理方法において、前記第3の反応性ガスは、三塩化ホウ素、塩素及び窒素($\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2$)から成る気体混合物を含むことを特徴とするエッチング処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、酸化タンタル(Ta_2O_5)の層をエッチング処理する方法に関する。より詳細に言えば、本発明は、ダイナミックRAM(DRAM)を製造する方法に関し、この方法は、エッチング処理ステーションを切り換えることなく、ポリシリコン層及び酸化タンタル層の連続的なエッチング処理を行って、あるパターンを形成する工程を含む。

【0002】

【従来の技術】通常のダイナミックRAM(DRAM)構造は、少なくとも金属酸化膜半導体(MOS)トランジス

タと、キャパシタとを含んでいる。トランジスタのゲートは、ワード線に接続されており、ソース/ドレイン領域の一方の領域は、ビット線BLに接続されている。ソース/ドレイン領域の他方の領域は、キャパシタに電気的に接続されており、一方該キャパシタは、アースに接続されている。DRAMのキャパシタ構造は、データ記憶を行う際の重要な構成要素であると見なすことができる。キャパシタによって記憶される電荷の数が多い場合には、キャパシタに記憶されるデータビットはより安定である。キャパシタに記憶されたデータビットが増幅器によって読み出されると、大きなキャパシタンスにより、外部雑音を排除する機能がより大きくなる。

【0003】半導体の製造においては、DRAMのキャパシタは、幾つかの工程によって形成される。最初に、少なくとも1つのトランジスタ構造を、半導体基板の上に形し、その後、記憶ノードを、トランジスタのソース/ドレイン領域の一方の領域に形成し、これにより、キャパシタの下部電極構造を形成する。次に、酸化タンタル層、窒化チタン層(TiN)及びポリシリコン層を下部電極構造の上に順次形成する。窒化チタン層が、酸化タンタル層の上に形成され、これら2つの層は一緒になって、キャパシタの複合誘電層を構成する。上記ポリシリコン層は、キャパシタの上部電極構造として作用する。最後に、上述の酸化タンタル層、窒化チタン層及びポリシリコン層をパターニングして、DRAMのキャパシタ構造を完成させる。

【0004】図1は、多層キャパシタ構造をパターニングする際の通常の製造工程を示す作業系統図である。最初に、工程10は、作業の開始を示しており、この工程においては、下部電極構造、酸化タンタル層、窒化チタン層及びポリシリコン層を含むキャパシタの多層構造が、既に堆積されている。次に、工程12が実施される。この工程12は、最初にフォトリソグラフ操作(光露光操作)を実行し、次にポリシリコン層をエッチング処理してキャパシタの上部電極構造を形成することにより、実施される。ポリシリコン層をエッチング処理するエッチング剤は、 $\text{HBr}/\text{Cl}_2/\text{He}-\text{O}_2$ を含む気体混合物であるのが好ましい。その後、工程14において、エッチング処理ステーションの変更を行う。この変更が必要な理由は、ポリシリコン層をエッチング処理するエッチング剤は、酸化タンタル層及び窒化チタン層をエッチング処理するのに適していないからである。次に、窒化チタン層及び酸化タンタル層($\text{TiN}/\text{Ta}_2\text{O}_5$)をエッチング処理する工程16を実施し、これにより、キャパシタの複合誘電層をパターニングする。

【0005】酸化タンタル層、窒化チタン層及びポリシリコン層をパターニングする際に、幾つかの問題が生ずる。最も深刻な問題は、ポリシリコン層のエッチング処理を終えて、次に窒化チタン層をエッチングしようとする時に起こる。ポリシリコン層のエッチング処理を行う

エッチング剤は、 $\text{HBr}/\text{Cl}_2/\text{He}-\text{O}_2$ を含む気体混合物であり、この気体混合物は、窒化チタンをエッチング処理するのに適していない。従って、その後の窒化チタン層及び酸化タンタルのエッチング処理を実行する前に、処理ステーション及びエッチング剤を共に変更する必要がある。この処理ステーション及びエッチング剤の切り替えすなわち変更は、処理工程の数を増大させる。また、ポリシリコン層のエッチング処理を行う際に使用されるエッチング剤の幾分かの残留物が、次のエッチング操作に持ち越されることがある。そのようなエッチング剤の残留物が、窒化チタン層に接触すると、何等かの金属イオンの解離が生ずることがある。その結果、反応室が汚染される可能性がある。

【0006】上述の背景から、ポリシリコン層、窒化チタン層及び酸化タンタル層をエッチング処理するプロセスを改善する必要がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題及び課題を解決するための手段】従って、本発明は、三塩化ホウ素、塩素及び窒素 ($\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2$) を含有する気体混合物を含む革新的なエッチング剤を用いて酸化タンタル層のエッチング処理を行う方法を提供する。上記気体混合物を用いることにより、キャパシタの多層構造を単一のエッチング操作でエッチングすることができ、更に、反応室の汚染を生じさせることがない。

【0008】上述の及び他の利点を達成するために、本明細書にその実施例を示し広い意味で説明される本発明の目的によれば、本発明は、DRAMの製造において酸化タンタル層のエッチング処理を行う方法を提供する。本方法は、キャパシタの下部電極構造を半導体基板の上に形成する工程と、その後、上記基板及び上記下部電極構造の上に、酸化タンタル層、バリア層及び導電層を順次形成する工程とを備えている。次に、三塩化ホウ素、塩素及び窒素 ($\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2$) から成る気体混合物を含む第1の反応性ガスを用いて、上記導電層をバターニングする。その後、三塩化ホウ素、塩素及び窒素 ($\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2$) から成る気体混合物を含む第2の反応性ガスを用いて、バリア層をバターニングする。最後に、三塩化ホウ素、塩素及び窒素 ($\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2$) から成る気体混合物を含む第3の反応性ガスを

【0009】上述の一般的な記載、及び、以下に述べる詳細な記載は共に、代表的なものすなわち例示的なものであって、請求の範囲に記載される本発明を詳細に説明するためのものであることを理解する必要がある。

【0010】

【発明の実施の形態】図面は、本発明の理解を更に促進するためのものであって、本明細書に含まれて本明細書*

*の一部を構成するものである。図面は、本発明の実施例を表しており、以下の記載と共に、本発明の原理を説明する役割を果たしている。

【0011】ここで、図面にその例が示されている、現時点において好ましい本発明の実施例を詳細に参照する。図面及び以下の記載においては、可能な限り同じ参照符号を用いて、同一の又は同様の部品を示している。

【0012】本発明は、三塩化ホウ素、塩素及び窒素 ($\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2$) から成る気体混合物を含む革新的なエッチング剤を提供する。このエッチング剤の特徴的な性質は、ポリシリコン、窒化チタン (TiN) 及び酸化タンタル (Ta_2O_5) をエッチングすることができるということである。従って、単一のエッチング操作を用いて、キャパシタの多層構造を形成することができる。また、本方法は、反応室の深刻な汚染を低減することができる。

【0013】図2A及び図2Bは、本発明の好ましい実施例に従ってキャパシタ上の多層キャパシタ構造 (酸化タンタル層を含む) をバターニングする際の製造工程の進行状態を示す断面図である。最初に、図2Aに示すように、バターニングされた絶縁層21を、半導体基板20の上に形成する。次に、キャパシタの下部電極構造 (例えば、ポリシリコン層) 22を絶縁層21に形成して、基板20のソース/ドレイン領域 (図示せず) に電気的に接続する。その後、多層構造を下部電極構造22及び絶縁層21の上に形成する。多層構造は、薄い酸化タンタル層23、薄い窒化チタン層24及びポリシリコン層25を堆積させることによって形成される。窒化チタン層24は、酸化タンタル層23の上に形成され、これら窒化チタン層及び酸化タンタル層は一緒になって、複合誘電体構造を形成する。酸化タンタルは、約20乃至30の非常に高い誘電率を有しているので、酸化タンタル層23は、キャパシタのキャパシタンスを増大させることができる。従って、酸化タンタル層は、16MのDRAMを製造する用途を有している。その後、フォトレジスト層26が、ポリシリコン層25の上に形成される。

【0014】次に、図2Bに示すように、フォトレジスト層26をマーカーとして用いて、フォトリソグラフィ操作及びエッチング操作が実行される。ポリシリコン層25、薄い窒化チタン層24及び薄い酸化タンタル層23は、本発明の特徴的なエッチング剤を用いて、順次エッチングされる。このエッチング剤は、三塩化ホウ素、塩素及び窒素 ($\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2$) を含む気体混合物である。この気体混合物の各成分は、下の表1に示す比で一緒に混合される。

【0015】

表1: ポリシリコン、窒化チタン及び酸化タンタルのエッチング処理を行う
各気体成分の相対的なガス流量

成分(気体状)
塩素(Cl_2)
三塩化ホウ素(BCl_3)
窒素(N_2)

【0016】表1において、単位sccmは、標準状態における1分間当たりの立方センチメートルのガス流量を示しており、気体混合物の各成分は、一定の明確な機能を果たす。例えば、塩素 Cl_2 は、エッチング処理を行うための主要な反応性ガスであり、三塩化ホウ素 BCl_3 は、物理的な衝撃作用を行うための作用物質であり、気体窒素は、側壁のパッシベーションを行う物質として機能する。

【0017】図3は、本発明の好ましい実施例に従って多層キャパシタ構造をパターンニングする際の工程を示す作業系統図である。最初に、工程30は、作業の開始を示しており、この工程30においては、下部電極構造、酸化タンタル層、窒化チタン層及びポリシリコン層を含むキャパシタの多層構造が、既に堆積されている。工程32は、最初にフォトリソグラフ操作を実行し、その後、ポリシリコン層のエッチング処理を行ってキャパシタの上部電極構造を形成することによって実施される。ポリシリコン層のエッチング処理を行うためのエッチング剤は、三塩化ホウ素、塩素及び窒素($\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2$)から成る気体混合物($\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2$)であるのが好ましい。次に、工程34が実施される。この工程34においては、窒化チタン層及び酸化タンタル層($\text{TiN}/\text{Ta}_2\text{O}_5$)のエッチング処理を行って、キャパシタの複合誘電体構造を形成する。ポリシリコン層のエッチング処理を行うためのエッチング剤は、三塩化ホウ素、塩素及び窒素($\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2$)から成る気体混合物であるのが好ましい。従って、三塩化ホウ素、塩素及び窒素を含む気体混合物を用いる単一のエッチング操作で、完全なキャパシタ構造が形成される。

【0018】要約すると、本発明が提供する酸化タンタル層のエッチング処理を行う方法は、以下に述べる利点を有している。

【0019】(1) 本発明が提供するエッチング剤、すなわち、 $\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2$ の成分を有する気体混合物は、ポリシリコン層、窒化チタン層及び酸化タンタ

ガス流量(単位:sccm)
20-80
20-80
20-80

ル層のエッチング処理を行って、均一なパターンを形成することができる。

【0020】(2) 本発明が提供するエッチング剤、すなわち、 $\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2$ の成分を有する気体混合物は、単一のエッチング操作で多層構造からあるパターンをエッチングにより形成することができる。従って、プロセス工程が削減される。

【0021】(3) 本発明で使用されるエッチング剤は、窒化チタン層に接触した時に金属イオンを解離させない。従って、反応室の汚染が極めて少なくなる。

【0022】本発明の範囲又は精神から逸脱することなく、本発明の上述の構成に種々の変更及び変形を加えることができることは、当業者には明らかであろう。上述の記載から、本発明は、頭書の請求の範囲及びその均等の範囲に入る本発明の総ての変更例及び変形例を包含することを意図されている。

【図面の簡単な説明】

【図1】多層キャパシタ構造をパターンニングする際の通常の製造工程を示す作業系統図である。

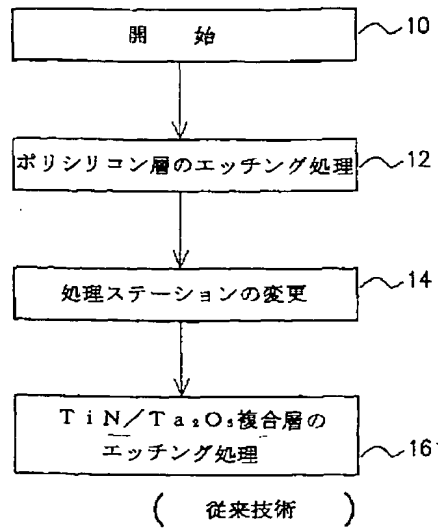
【図2】本発明の好ましい実施例に従ってキャパシタ上の多層キャパシタ構造(酸化タンタル層を含む)をパターンニングする際の製造工程の進行状態を示す断面図である。

【図3】本発明の好ましい実施例に従って多層キャパシタ構造をパターンニングする際の工程を示す作業系統図である。

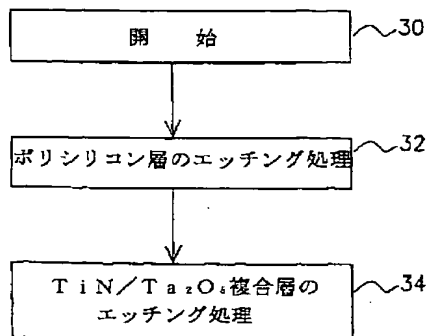
【符号の説明】

20 半導体基板
21 絶縁層
22 下部電極構造
23 酸化タンタル層
24 窒化チタン層
25 ポリシリコン層
26 フォトレジスト層

【図1】



【図3】



【図2】

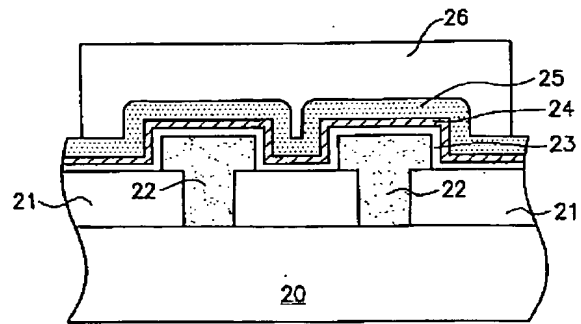


FIG. 2A

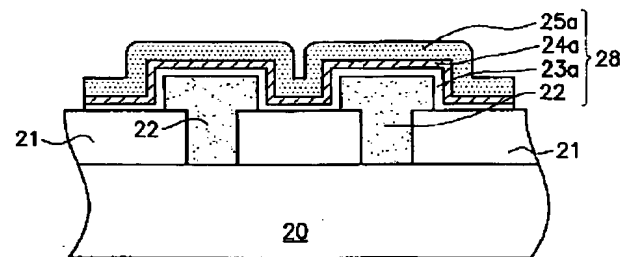


FIG. 2B